

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-60790

(P 2 0 0 1 - 6 0 7 9 0 A)

(43) 公開日 平成13年3月6日(2001.3.6)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

キーワード (参考)

H05K 9/00

H05K 9/00

M 5E040

H01F 1/00

H01F 1/22

5E041

1/22

H01P 1/23

5E321

H01P 1/23

H01Q 17/00

5J020

H01Q 17/00

H01F 1/00

C

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全6頁)

(21) 出願番号

特願平11-232786

(22) 出願日

平成11年8月19日(1999.8.19)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 岡山 克巳

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

Fターム(参考) 5E040 AA11 BB03 CA13 HB05

5E041 AA11 BB03 CA06 HB05

5E321 AA21 BB31 BB44 BB51 BB53

GG05 GG07 GG11

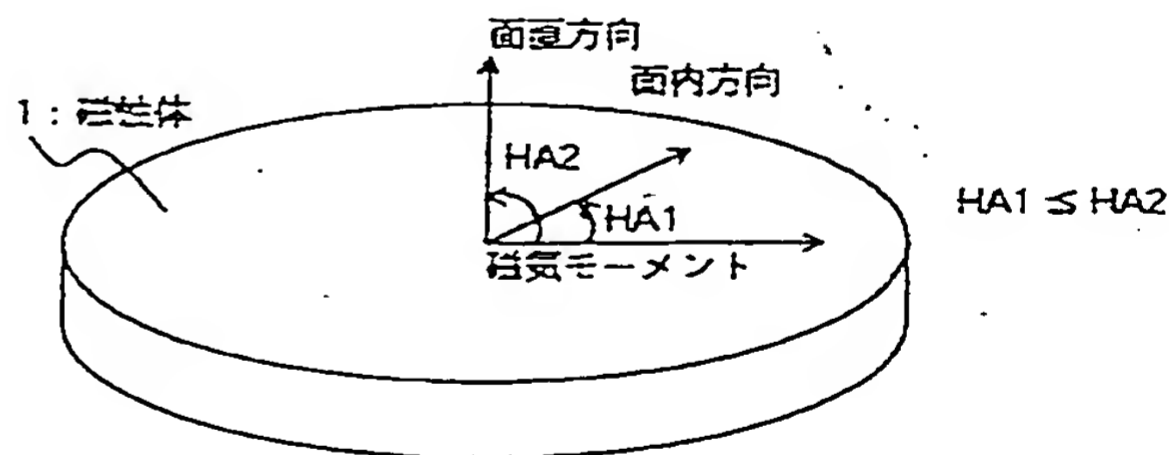
5J020 EA02 EA08 EA10

(54) 【発明の名称】 電波吸収体

(57) 【要約】

【課題】 高い周波数帯域で高い透磁率を示す磁性材料を具現化し、これを用いて良好な電波吸収特性を示す電波吸収体を提供する。

【解決手段】 磁性体粒子と樹脂材料、セラミクス材料または低融点金属材料との混合体からなる電波吸収体において、前記磁性体粒子1を円盤形状とした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁性体粒子と樹脂材料、セラミクス材料または低融点金属材料との混合体からなる電波吸収体において、

前記磁性体粒子を円盤形状としたことを特徴とする電波吸収体。

【請求項2】 前記混合体をペースト状に形成したことを特徴とする請求項1に記載の電波吸収体。

【請求項3】 前記混合体をシート状に形成したことを特徴とする請求項1に記載の電波吸収体。

【請求項4】 電波吸収すべき対象物を覆って前記混合体を設けるとともにこの混合体の外面に電波反射板を設けたことを特徴とする請求項1に記載の電波吸収体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は電波吸収体に関する。より詳しくは、磁性体粒子と樹脂材料、又はセラミクス材料との混合体からなる電波吸収体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 電子機器あるいは通信装置等において、外乱となる外部からの電波や内部から漏洩する電波等を吸収してノイズや電波障害を防止し安定した機能を図るために電波吸収体が用いられている。このような電波吸収体として、従来、スピネル型フェライト焼結体あるいは六方晶系フェライト焼結体、あるいはフレーク状の金属軟磁性体を粒子とし、この粒子を樹脂と混合して複合体とした電波吸収体が実用化されている。従来この電波吸収体は数MHzから数GHz帯域の電波を吸収する。

【0003】 このような電波吸収体における特性に関与する材料パラメータは、高周波数における複素誘電率 ϵ と複素透磁率 μ である。このうち、磁性材料を用いた電波吸収体では、複素透磁率 μ ($=\mu' - j\mu''$) の虚数成分である μ'' が電波吸収特性に関与する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 スピネル型フェライトでは、図8に示すような複素透磁率 $\mu=\mu' - j\mu''$ を有する。図は3種類のフェライト材a～cのそれぞれの実数成分 μ' および虚数成分 μ'' を示す。図示したように、ある周波数以上では透磁率の実数成分 μ' が低下し、それより少し高い周波数にある共鳴周波数 f_r において μ'' が極大値をとる。このときの μ'' が高ければ高い程、エネルギー損失が大きいため良好な吸収を示す。

【0005】 しかしながら、スピネル型フェライトでは、高い透磁率を示す材料ほど、低い周波数で共鳴を起こすため、GHz帯域のような高周波数で用いることができなかった（スネークの限界）。これは、共鳴周波数と透磁率の積が一定である以下の式(1)で表わされる。

【0006】

【数1】

$$f_r(\mu'-1) = \frac{\gamma}{3\pi\mu_0} I_s \quad \text{---- (1)}$$

【0007】 ただし、 f_r ；共鳴周波数、 μ' ；透磁率 magnetic permeability の実部、 γ ；ジャイロ磁気定数、 μ_0 ；真空の透磁率、 I_s ；飽和磁化である。

【0008】 このように高周波数での吸収が低いというスピネル型フェライトの問題を解決するために、六方晶系に属し、面内磁気異方性を有するYおよびZ型フェライトが実用化されている。これは、六方晶系のフェライトは面内の磁気異方性が小さいため透磁率が大きく、面直方向に磁化を向けるのには異方性エネルギーが大きいためスピネル型フェライトよりも高い周波数で共鳴が起こることを利用している。

【0009】 しかしながら、このような六方晶フェライトにおいても数GHzが限界であった。この場合の共鳴周波数 f_r と透磁率 μ' の積は、以下の式(2)で表わされる。

【0010】

【数2】

$$f_r(\mu'-1) = \frac{\gamma \cdot I_s}{3\pi\mu_0} \sqrt{\frac{H_{A2}}{H_{A1}}} \quad \text{---- (2)}$$

【0011】 ただし、 H_{A1} ；面内での異方性、 H_{A2} ；面内からC軸方向への異方性である（図1参照）。

【0012】 式(1)と式(2)を比較すると、式(2)では平方根の項が付加されている。六方晶フェライトでは、通常この平方根は以下の式(3)のように1以上である。

【0013】

【数3】

$$\sqrt{\frac{H_{A2}}{H_{A1}}} \geq 1 \quad \text{---- (3)}$$

【0014】 このため、六方晶フェライトではスピネル型フェライトよりも高周波数側まで高い透磁率を維持することができる。しかしながら、このような六方晶フェライトにおいても、その飽和磁化が約0.5Tであるため、数GHz以上の帯域まで使用できる高い透磁率の材料は見出されていない。したがって、電波吸収体としても使用される帯域が数GHzまでに限られていた。

【0015】 本発明は上記従来技術を考慮したものであって、高い周波数帯域で高い透磁率を示す磁性材料を具現化し、これを用いて良好な電波吸収特性を示す電波吸収体の提供を目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】 前記目的を達成するため、本発明では、磁性体粒子と樹脂材料、セラミクス材料または低融点金属材料との混合体からなる電波吸収体において、前記磁性体粒子を円盤形状としたことを特徴

とする電波吸収体を提供する。

【0017】この構成によれば、磁性体粒子を円盤形状とすることにより、周波数限界を数GHz以上の高周波帯域まで高めることができ、高い周波数で高い透磁率特性の電波吸収体が得られる。

【0018】従来の磁性体粒子は、磁性体材料を適宜な手段で微細化したものであり、形状は不定であった。このような従来の磁性材料は、スネークの限界を越えることができなかった。しかし、これを越える手段としてYおよびZ型フェライトがPHILIPS社から商品化されている。これは、スピネル型フェライトと異なり、面内磁気異方性を有するためである。

【0019】このようなYおよびZ型フェライト材料より高い周波数でかつ高い透磁率を得るためには、前記式(2)に示されている項において、飽和磁化 I_s を高めればよいことが分る。通常フェライトの飽和磁化は、0.3~0.5Tである。これに対して、金属磁性材料は、純鉄で2.2T、鉄コバルト合金(パーメンジュール)では2.4T、窒化鉄化合物においては、2.8Tに達する。このため、面内磁気異方性を有する金属磁性材料を開発すれば、スネークの限界を越え、また、YおよびZ型といった面内磁気異方性を有する酸化物磁性体よりも高周波数まで使用可能となることが分る。

【0020】しかしながら、面内磁気異方性を有する金属軟磁性材料は現在のところ見出されていない。本発明では、これを実現するため、面内に磁気異方性をもつように、円盤状の金属磁性体を作製し、高い飽和磁化を維持したまま、高周波数で高透磁率の磁性材料を実現した。この高い透磁率を利用することにより、従来よりも吸収性能のよい電波吸収体が得られた。

【0021】本発明の原理についてさらに説明する。図1は本発明に係る金属磁性体からなる磁性微粒子の形状の図である。本発明では図示したように、偏平な円盤形状の磁性体1を用いる。この円盤形状の磁性体1のアスペクト比(直径と厚さの比)は例えば10以上である。

【0022】一般に磁性材料では、磁気モーメントはエネルギーを最小にするように配列する。3次元構造の磁性体においては、x、y、zの各方向に向き得る。しかし、図1に示したような円盤状の金属磁性体では、面直方向へ磁気モーメントが向こうとすると、形状磁気異方性エネルギーの増加があるため、面直方向へは向きにくく、面内にモーメントが配列する。面内の異方性をHA1、そこから面直方向に磁気モーメントを向けるときの異方性をHA2と呼んでいる。

【0023】このとき、面内において磁気モーメントは円盤状であるため、どの方向においても等方的に配列することができ、動きやすい。つまり、面内の磁気異方性であるHA1は比較的小さい。これに対し、面直方向へ磁気モーメントを向けるには、大きなエネルギーを必要とするため、HA2は大きい値を取る。このため、前記式

(3)で示した平方根の値は大きな値を取り、この結果、周波数限界を高周波まで伸ばすことができる。

【0024】図2はこのような周波数限界を、スピネル型フェライト(スネークの限界)、YおよびZ型フェライト(六方晶フェライト)および本発明の円盤状金属磁性体について示す。図示したように、円盤状金属磁性体を用いることにより、周波数限界を六方晶フェライトよりさらに高周波数側に高めることができる。

【0025】この場合、円盤のアスペクト比や厚さあるいは吸収体の混合組成等を変えることにより、図3の円盤金属磁性体i、iiに示すように、透磁率特性を変えることができる。いずれの場合でも周波数限界は従来の六方晶フェライトよりも高い周波数であり、高い透磁率を高周波数まで維持している。

【0026】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図4は、本発明の実施の形態に係る高透磁率を有する円盤状磁性体の作成方法のフローを示す説明図である。

【0027】この実施形態は、磁性体として鉄(Fe)を用いて、円盤状のFe基軟磁性材料の作成方法を示すものである。まず、アトマイズ法または化学的析出法により鉄の球状微粒子を作成する。アトマイズ法は、高速流体中に溶融金属(この場合は鉄)を滴下またはノズルで吹き出し、流体によって冷却過程中に微粒子を形成するものである。この場合、流速や金属吹き出し量等の形成条件により粒径を変えることができる。化学的析出法は、鉄の金属塩を還元して鉄の微粒子を析出するものである。この場合にも、析出条件により粒径を変えることができる。

【0028】このようにして、純鉄からなる球状微粒子2を形成する。この微粒子2の径は、使用する電波吸収体の設計条件等に合わせて数百nmから数十 μ m程度まで適宜調整して形成することができる。このような球状微粒子2を、圧延ロール3またはスタンプミル4等の物理的な力を加えることにより、押し潰して偏平な円盤形状の金属(鉄)磁性体微粒子5を形成する。

【0029】この金属磁性体微粒子5を、樹脂又はセラミクスと混合してこの混合体を電波吸収体として用いる。このような混合体を形成するのは、金属磁性体微粒子を適宜に分散させるため、又、良好な絶縁性を得るため、及びペースト状あるいはシート状等其他電波吸収体として実際に使用しやすい形態とするためである。

【0030】樹脂材料としては、エポキシ樹脂やフェノール樹脂あるいはゴム系の樹脂その他使用する目的や対象物等に応じて適宜選定することができる。樹脂の選定や形成条件および混合条件等により、金属磁性体微粒子5との混合体をペースト状あるいはシート状の電波吸収体として形成することができる。

【0031】また、セラミクスと混合することにより、

硬質のセラミックスの形状保持作用により金属磁性体微粒子5が安定して結合保持され磁性体微粒子5を含む安定した形状の混合体を得られる。このようなセラミックスとの混合体は、予め電波吸収体として用いる形状や大きさに合わせて形成し、使用場所にそのまま電波吸収体として装着するように形成することができる。

【0032】図5は、本発明の別の実施の形態に係る高透磁率を有する円盤状磁性体の作成方法のフローを示す説明図である。

【0033】この実施形態は、磁性体として鉄(Fe)を用いて、円盤状のFe基軟磁性材料の作成方法を示すものである。この実施形態では、ベースフィルム6にマスク7を介してスパッタリング、蒸着あるいはCVDなどで薄膜を形成することにより円盤状の磁性体を得るものである。ターゲットとしては、Fe基磁性体等の材料を用いることができる。図は蒸着法を示し、まず、多数の孔8のパターンが形成されたマスク7を介してFe基磁性体の蒸着源9から熔融金属を蒸発させてベースフィルム6上に付着させる。

【0034】続いて、マスク7を除去する。これにより、ベースフィルム6上に円盤状の金属磁性体5が付着して残る。この金属磁性体5をベースフィルム6から剥離して円盤状金属磁性体5の粒子を形成する。この円盤状粒子を、前述の実施形態と同様に、樹脂又はセラミックスと混合して、電波吸収体を形成する。

【0035】このようにして作成した円盤状金属磁性体

の透磁率の周波数依存特性は、前述の図3に示したように、従来の六方晶ファイライトに比べ、周波数限界が高周波数側に伸び、高い透磁率を高い周波数まで維持している。

【0036】これは、スピネル型フェライトの飽和磁化が約0.5Tであるのに対し、純鉄の場合、2.2Tの飽和磁化を示すためである。すなわち、同一周波数で比較すると、約4倍の透磁率を有し、同一の値の透磁率で比較すると、約4倍の高周波数まで値を維持する。

【0037】通常、電波吸収体のエネルギー吸収能は、その透磁率 μ の虚部 μ'' を用いて以下の式(4)で表わされる。

【0038】

【数4】

$$P = \frac{1}{2} \omega \mu_0 \mu'' |H|^2 \quad \text{--- (4)}$$

【0039】ただし、P；電波吸収エネルギー、 ω ；角周波数、H；磁界強度である。

【0040】本発明による円盤状金属軟磁性体は、透磁率が高いため、 μ'' も高い値を示す。したがって、式(4)の電波吸収エネルギーPが大きくなり、吸収性能が優れた電波吸収体を得られる。

【0041】前述の純鉄以外に、本発明に用いられる金属軟磁性材料の例を以下の表1に示す。

【0042】

【表1】

名称	主な含有元素	飽和磁化(T)
窒化鉄	Fe, N	2.8
パーメンジュール	Fe, Co	2.4
純鉄	Fe	2.2
鉄素鋼	Fe, Si	2.0
コバルト	Co	1.7
パーマロイ	Fe, Ni	1.0
ニッケル	Ni	0.6
センダスト	Fe, Al, Si	0.5

【0043】これらの他にも、Fe、Co、Niの強磁性元素を少なくとも1以上含む軟磁性金属材料は全て用いることができる。また、Mn-Al合金のように、強磁性元素を含まないが強磁性を発現するホイスラー合金も本発明の金属磁性材料として用いることができる。

【0044】図6(A)～(E)は、本発明に係る電波吸収体の使用例を示す。図6(A)は、プリント基板10上に搭載されたIC部品11の上面に、このIC部品11の形状に合わせて切断したシート状の電波吸収体12を貼付したものである。図6(B)は、プリント基板10上に搭載されたIC部品11の上側からペースト状の電波吸収体13を塗布したものである。図6(C)は、プリント基板10上に形成された配線パターン14を覆って、シート状またはペースト状の電波吸収体15

を設けたものである。

【0045】図6(D)は、多層プリント板を構成する各層の基板10a、10b、10c同士を接合する接着材として本発明の電波吸収体16を用いたものである。この場合、本発明の円盤状金属磁性体は粘着性のある樹脂と混合してこの電波吸収体16を形成する。

【0046】図6(E)は、電波吸収すべき対象物の内部からの漏洩電波を吸収するために、対象物の外面側に本発明の電波吸収体17を設け、その外面を金属の電波反射板18で覆ったものである。これにより、矢印Eのように内部から外部に向かう電波が電波吸収体17により吸収され、吸収されなかった電波は反射板18で反射して再び電波吸収体17に進入して吸収される。このように反射板18と組合せることにより、漏洩電波が効果

的に吸収され外部への影響が抑制される。漏洩電波を吸収すべき対象物として、本発明の電波吸収体は、IC部品や各種電子機器、あるいはテレビ、レーダー、衛星、電話等の無線通信機器およびこのような電子機器や通信機器を収容する建物等に対し適用される。

【0047】この場合、透磁率や誘電率の周波数依存性を利用することにより、予め吸収すべき周波数が分っている場合には、その周波数に合わせて電波吸収体17の厚さ等を設定し、平面波に対するインピーダンス整合型電波吸収体を構成して、入射波や反射波同士の干渉等によりさらに効果的に電波を吸収させることができる。これにより、特に通信施設等の建物の電波障害を効果的に防止することが可能になる。

【0048】上記各使用あるいは実施形態において、本発明の電波吸収材料を格子型に設けることにより、さらに広い帯域での電波吸収作用を得ることができる。また、周波数に対する透磁率特性の異なる複数の電波吸収材料を積層して構成することにより、効率的に広い範囲の周波数にわたって高い電波吸収能力の電波吸収体を得ることができる。

【0049】図7は、本発明の効果を示すグラフである。図に示すように、本発明の円盤状金属磁性体粒子を用いた電波吸収体は、従来の電波吸収体に比べ、電波吸収量を約4倍程度向上させることができる。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、磁性体粒子を円盤形状とすることにより、周波数限界を数GHz以上の高周波帯域まで高めることができ、高い周波

数で高い透磁率特性の電波吸収体を得られる。これにより、従来2～3GHzでしか用いられなかった電波吸収体が、本発明により10GHz以上の高周波帯域まで用いることができるようになり、広い範囲にわたって電波障害等の防止を図ることができる。また、透磁率が高くなったため、電波吸収体の厚さを薄くすることができ、小型でコンパクトな形状の電波吸収体を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】 本発明に係る円盤状磁性体の形状および作用説明図。

【図2】 磁性体の周波数限界の説明図。

【図3】 本発明の円盤状磁性体の周波数限界の図。

【図4】 本発明の電波吸収体の製造方法の説明図。

【図5】 本発明の電波吸収体の別の製造方法の説明図。

【図6】 本発明の電波吸収体の使用例の説明図。

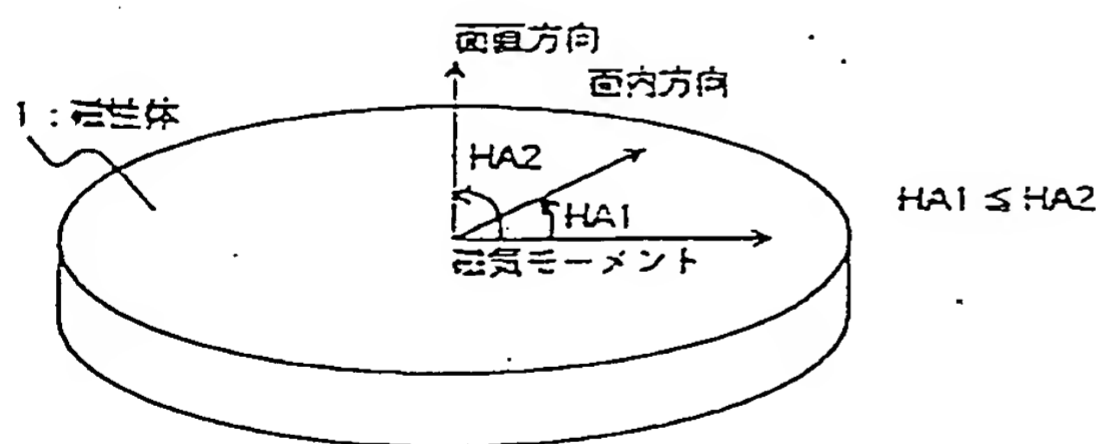
【図7】 本発明の効果を示すグラフ。

20 【図8】 従来のフェライト材の透磁率の周波数特性図。

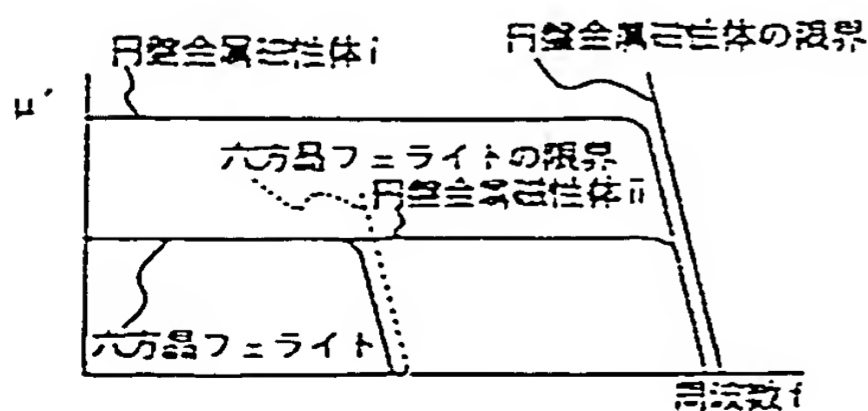
【符号の説明】

1：円盤形状の磁性体、2：球状微粒子、3：圧延ローラ、4：スタンプミル、5：円盤形状の金属磁性体微粒子、6：ベースフィルム、7：マスク、8：孔、9：蒸着源、10：プリント基板、11：IC部品、12、13、15、16、17：電波吸収体、14：配線パターン、10a、10b、10c：基板、18：反射板

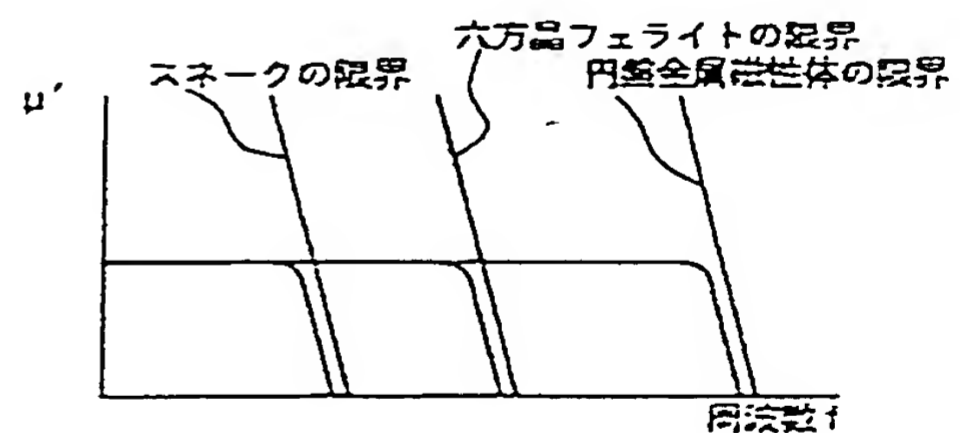
【図1】



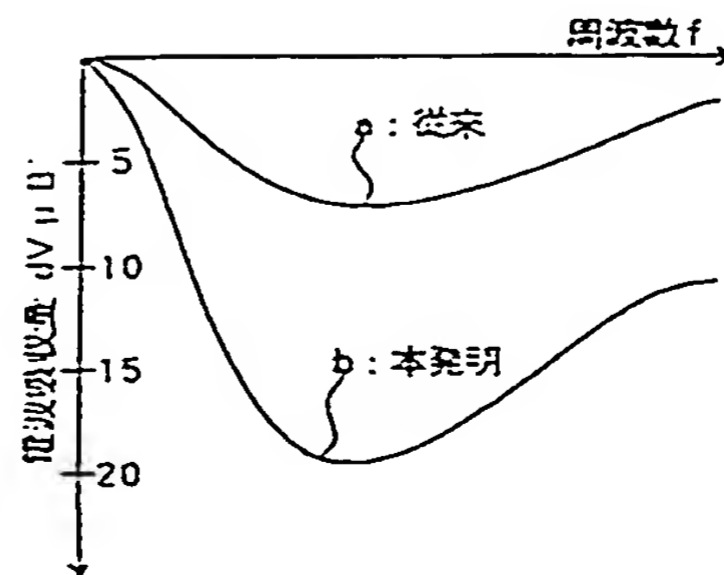
【図3】



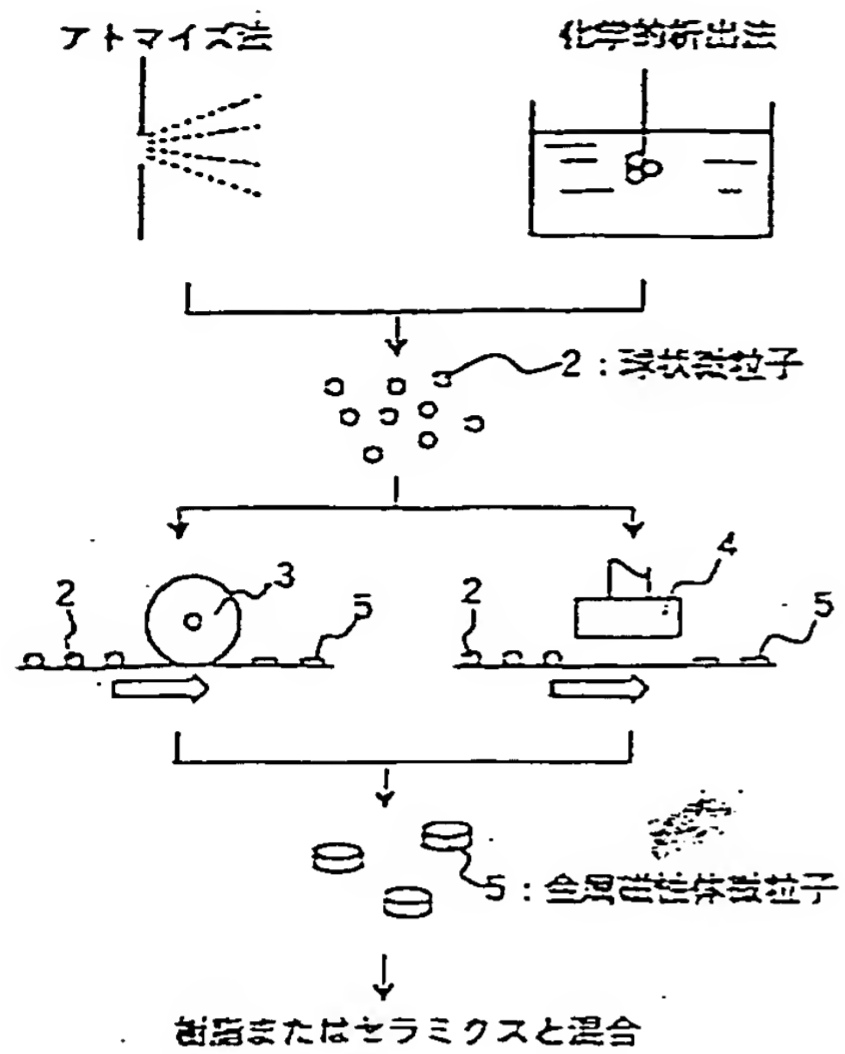
【図2】



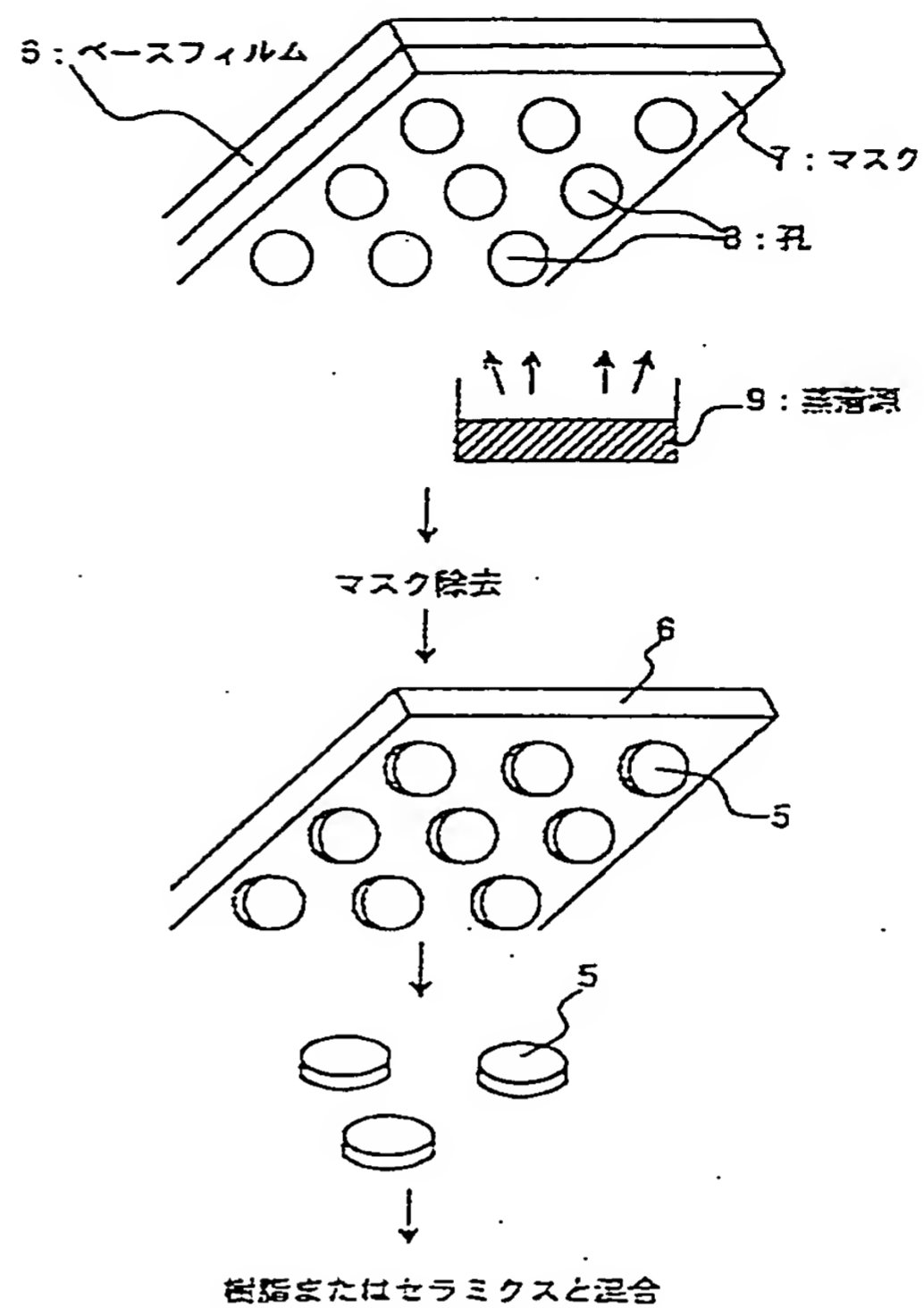
【図7】



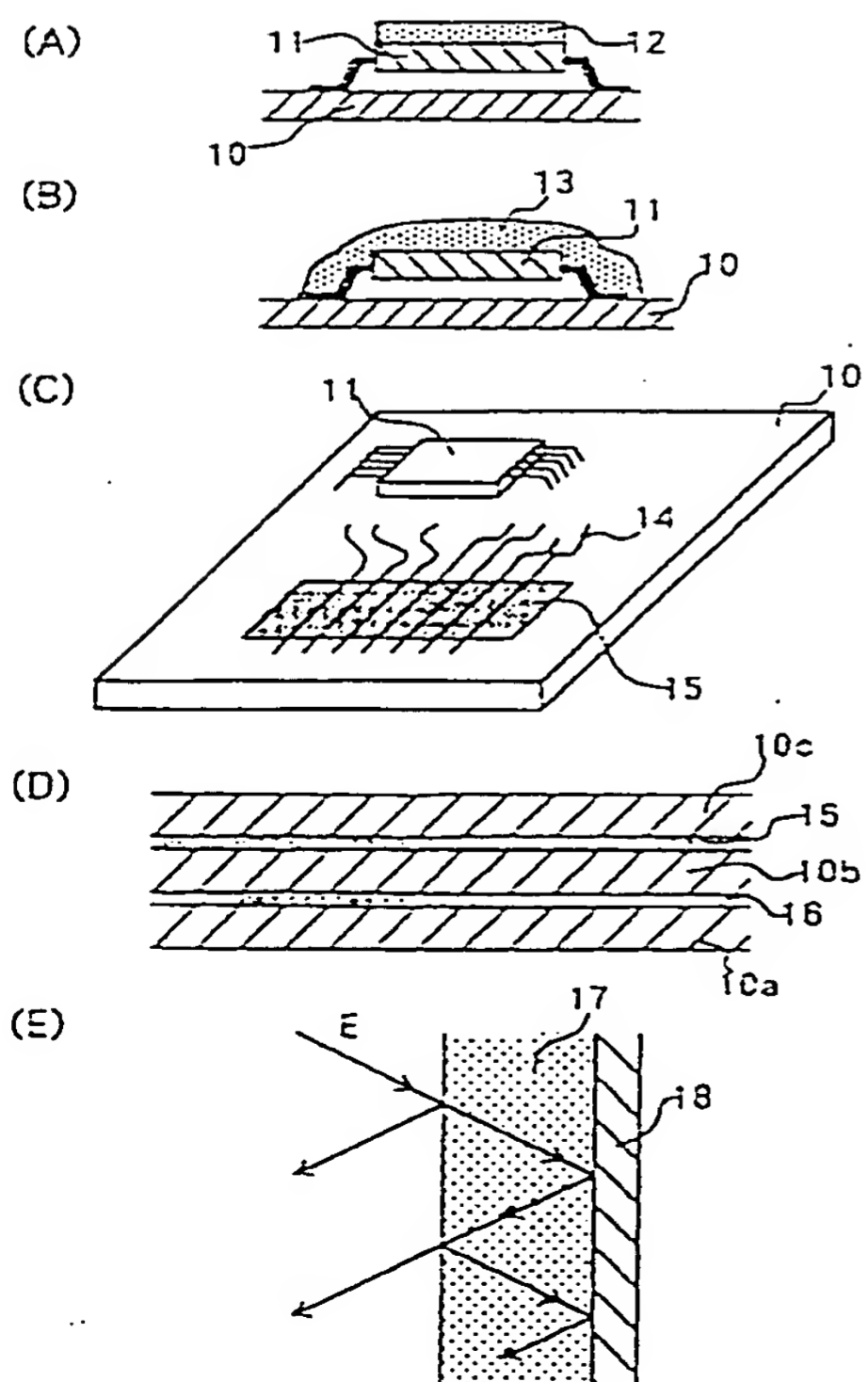
【図4】



【図5】



【図6】



【図8】

